

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 197 15 001 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 L 23/367
H 01 L 23/40
H 05 K 7/20

②1 Aktenzeichen: 197 15 001.2
②2 Anmeldetag: 11. 4. 97
④3 Offenlegungstag: 12. 3. 98

③0 Unionspriorität:

8-225408 27.08.96 JP

⑦1 Anmelder:

Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:

W. Seeger und Kollegen, 81369 München

⑦2 Erfinder:

Suzuki, Masahiro, Kawasaki, Kanagawa, JP;
Ishimine, Junichi, Kawasaki, Kanagawa, JP;
Kawashima, Hisashi, Kawasaki, Kanagawa, JP;
Takemura, Keizo, Kawasaki, Kanagawa, JP; Seyama,
Kiyotaka, Kawasaki, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kühleinrichtung für einen Montagemodul

⑤7 Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welchem von einer vorgegebenen Anzahl von auf dem Montagemodul montierten Schaltungselementen erzeugte Wärme durch eine Kühlanordnung abgeleitet wird. Die Kühleinrichtung umfaßt wenigstens ein Leitelement, welches das Schaltungselement thermisch mit der Kühlanordnung verbindet; das Leitelement umfaßt eine vorgegebene Anzahl erster leitfähiger Elemente, welche in einem jeweiligen Loch angeordnet sind, das in der Leitanordnung ausgebildet ist, und welches von einem ersten leitfähigen Material beweglich gehalten wird, das zwischen die Seitenfläche des ersten leitfähigen Elementes und die Fläche des Leitelementes so eingefüllt ist, daß es einen Wärmestrom von dem Schaltungselement zu der Kühlanordnung vervollständigt.

DE 197 15 001 A 1

DE 197 15 001 A 1

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul, und insbesondere eine Kühleinrichtung, welche in der Lage ist, eine Temperatur einer kleinen flachen, wärmeerzeugenden Einrichtung, wie etwa eines integrierten Schaltungs-

chips herabzusetzen. In jüngerer Zeit sind Schaltkreise, wie sie für elektrische Einrichtungen, etwa einen Personalcomputer, eine Informationsverarbeitungseinrichtung, eine Arbeitsstation (work station) und einen Server verwendet werden, in hohem Maße integriert, und die Kapazität von Halbleitereinrichtungen, die auf einem Steuerungsplatinenschaltkreis montiert sind, ist stark angewachsen. Das hat einen Temperaturanstieg in derartigen elektrischen Einrichtungen zur Folge, und es besteht deshalb eine Notwendigkeit, die von Schaltungsplatinen oder den Halbleitereinrichtungen erzeugte Wärme in wirkungsvoller Weise abzuführen.

Die Fig. 1A und 1B sind Schemazeichnungen zum Erläutern einer herkömmlichen Kühleinrichtung für einen Montagemodul.

Eine in Fig. 1A gezeigte Kühleinrichtung 11A besteht aus einer gedruckten Leiterplatte 12, Schaltungselementen 13, einem Wärmeableiter 14 und leitfähigen Elementen 15.

Eine vorgegebene Anzahl von Schaltungselementen 13, wie etwa Halbleiterchips, sind auf der gedruckten Leiterplatte 12 montiert, und der Wärmeableiter 14, welcher die Form einer flachen Platte hat, ist oberhalb des Schaltungselementes 13 angeordnet. Die Rückseite des Wärmeableiters 14 ist mit der oberen Oberfläche von jedem der Schaltungselemente 13 über das leitfähige Element 15 verbunden, welches gewöhnlich aus einem Siliziumverbund hergestellt ist. Auf diese Weise wird die von den Schaltungselementen 13 erzeugte Wärme von dem Wärmeableiter 14 abgeleitet.

Das oben erwähnte leitfähige Element 15 macht es möglich, die von den Schaltungselementen 13 erzeugte Wärme durch Verbessern der Oberflächenebenheit, der Oberflächenrauigkeit und der Oberflächenneigung wirkungsvoll zu übertragen, um so einen thermischen Widerstand an einer Kontaktfläche zu verringern (das bedeutet ein Anwachsen in dem Kontaktflächenbereich). Allerdings wird dieses durch die Dicke des leitfähigen Elementes 15, welches einen bestimmten thermischen Widerstand hat, bei der Wärmeableitung beeinflusst. Der thermische Widerstand R des leitfähigen Elementes 15 kann durch die folgende Formel (1) ausgedrückt werden:

$$R = t/(\lambda \cdot A) \quad (1)$$

in der λ die thermische Leitfähigkeit [W/(mK)] eines leitfähigen Elementes angibt, A einen leitfähigen Bereich [m²] des leitfähigen Elementes angibt, und t eine mittlere Dicke [m] des leitfähigen Elementes angibt.

Fig. 1B ist eine Schemazeichnung, welche eine andere herkömmliche Kühleinrichtung 11B zeigt, umfassend eine gedruckte Leiterplatte 12, Schaltungselemente 13, ein leitfähiges Element 15, einen Kühlkopf 21, einen Block 22, eine Feder 23 und einen (in der Figur nicht gezeigten) Wärmeableiter. Der Kühlkopf 21 ist oberhalb der Schaltungselemente 13 angeordnet, die auf der

gedruckten Leiterplatte 12 montiert sind. Der Kühlkopf 21 weist ein Loch 21a in einer Position auf, die der Position von jedem der Schaltungselemente 13 entspricht, und der Block 22 ist in das Loch 21a so eingesetzt, daß er über das leitfähige Element 15 im Kontakt mit dem Schaltungselement 13 ist. Die Feder 23 preßt den Block 22 zum Schaltungselement 13 hin, um den Kontakt zwischen dem Block 22 und dem Schaltungselement 13 sicherzustellen. Wärme wird von dem Block 22 zum Kühlkopf 21 durch physischen Kontakt zwischen diesen beiden oder durch Verwendung eines Gases übertragen.

In der obengenannten, in Fig. 1B gezeigten Kühleinrichtung ist, weil der Block 22 durch die Feder 23 zum Schaltungselement 13 hin gedrückt wird, die Dicke t_1 des leitfähigen Elementes 15 dünner ausgeführt, und der thermische Widerstand R wird, verglichen mit dem in Fig. 1A dargestellten Fall, kleiner, und folglich kann die thermische Leitfähigkeit und der Ableitungswirkungsgrad verbessert werden.

Allerdings hat die in Fig. 1B gezeigte Kühleinrichtung 11B einige Nachteile. Da beispielsweise der Block 22 durch die elastische Kraft der Feder 23 zu dem Schaltungselement 13 hin gedrückt wird, wird, obwohl er in der Lage ist, die Differenz in der Dicke des leitfähigen Elementes 15 auszugleichen, eine auf das Schaltungselement 13 aufgebrachte Last durch, sagen wir, Vibration vergrößert, und es besteht eine Gefahr, daß das Schaltungselement 13 mit der gedruckten Leiterplatte 12 verbindende Lötkegeln 16 zerbrochen werden oder das Schaltungselement 13 selbst zerstört wird. Auch kann, wenn die elastische Kraft der Feder 23 vermindert wird, um die obengenannten Probleme zu vermeiden, der Block 22 leicht durch eine äußere Kraft geschüttelt werden, und die Dicke t_1 des leitfähigen Elementes 15 kann geändert werden. Es bestehen demnach die Möglichkeiten, daß der Wärmeableitungswirkungsgrad der Einrichtung vermindert und die Kühlleistung abgesenkt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

Demnach ist eine allgemeine Aufgabe dieser Erfindung, eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul zu schaffen, bei welchem die obengenannten Probleme ausgeschaltet sind.

Eine spezifischere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul zu schaffen, welcher eine verbesserte Kühlleistung aufweist.

Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul zu schaffen, durch den die Wärmeableitung wirkungsvoll ausgeführt wird.

Eine noch andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul zu schaffen, welche in der Lage ist, nicht irgendeine unnötige Belastung auf das Schaltungselement oder die damit verbundenen Lötkegeln aufzubringen und dadurch eine Zerstörung derselben zu verhindern.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden durch eine Kühleinrichtung für einen Montagemodul erzielt, bei welcher von einer vorgegebenen Anzahl von auf dem Montagemodul montierten Schaltungselementen erzeugte Wärme durch ein Kühlmittel abgeführt wird, welches umfaßt: wenigstens ein Leitmittel, welches die Schaltungselemente thermisch mit dem Kühlmittel verbindet, wobei das Leitmittel eine vorgegebene Anzahl

erster leitfähiger Elemente umfaßt, welche in einem jeweiligen, in dem Leitmittel ausgebildeten Loch angeordnet sind und welche beweglich durch ein erstes leitfähiges Material gehalten werden, welches zwischen die Seitenfläche des ersten leitfähigen Elementes und die Fläche des jeweiligen Loches des Leitmittels eingefüllt ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein zweites leitfähiges Material zwischen dem ersten leitfähigen Element und dem Schaltungselement vorhanden ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welchem das erste leitfähige Material im wesentlichen eine gleichmäßige Dicke um das erste leitfähige Element herum aufweist.

Da das zwischen den Schaltungselementen und dem Kühlmittel angeordnete Leitmittel die vorgegebene Anzahl der ersten leitfähigen Elemente mit dem ersten leitfähigen Material hält, welches gleichmäßig um jedes der ersten leitfähigen Elemente herum eingefüllt ist, das das jeweilige Schaltungselement über das zweite leitfähige Material eng berührt, kann gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung die Dicke des zweiten leitfähigen Materials, welches zwischen jedem der Schaltungselemente und dem jeweiligen ersten leitfähigen Element vorhanden ist, leicht justiert werden. Da jedes der ersten leitfähigen Elemente durch das erste leitfähige Material, welches um die Seitenfläche des ersten leitfähigen Elementes herum eingefüllt ist, gehalten wird, ist es auch möglich, den Stoß zu verhindern oder zu verringern, welcher auf ein Schaltungselement infolge der Viskosität und der Anti-Abriebeigenschaft des ersten leitfähigen Materials aufgebracht werden könnte.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher eine vorgegebene Anzahl von Injektionspassagen zum Einfüllen eines der Materialien, nämlich des ersten leitfähigen Materials und des zweiten leitfähigen Materials, und das erste leitfähige Material sowie das zweite leitfähige Material bei dem ersten leitfähigen Element vorgesehen sind.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch erreicht durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welcher zumindest zwei aus der vorgegebenen Anzahl von Injektionspassagen miteinander verbunden sind.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch erreicht durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welcher wenigstens zwei der vorgegebenen Anzahl von Injektionspassagen eine Injektionspassage zum Einfüllen des ersten leitfähigen Materials und eine Injektionspassage zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials umfassen.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch erreicht durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welcher das Verhältnis eines totalen Auslaßflächenbereiches der Injektionspassagen zum Einfüllen des ersten leitfähigen Materials und eines totalen Auslaßflächenbereiches der Injektionspassagen zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials im wesentlichen das gleiche ist wie das Verhältnis einer Menge des um die Seitenflächen des ersten leitfähigen Elementes herum einzufüllenden ersten leitfähigen Materials und einer Menge des zwischen das Schaltungselement und das erste leitfähige Element einzufüllenden zweiten leitfähigen Materials.

Gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung sind die Injektionspassage zum Einfüllen des ersten leitfähigen Materials um die Seitenflächen des ersten leitfähigen Elementes herum und die Injektionspassage zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials zwischen das Schaltungselement und das erste leitfähige Element voneinander getrennt oder in miteinander verbundener Weise ausgebildet. Da die thermische Leitfähigkeit des ersten leitfähigen Materials nicht so gut ist wie die eines für Kühlungsbauteile, wie etwa den Wärmeableiter, verwendeten Metalls, ist es besser, die Dicke des ersten leitfähigen Materials in einer Wärmeübertragungsrichtung so dünn wie möglich zu machen. Auch wird das Verhältnis eines totalen Auslaßflächenbereiches der Injektionspassagen zum Einfüllen des ersten leitfähigen Materials sowie eines totalen Auslaßflächenbereiches der Injektionspassagen zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials im wesentlichen gleich dem Verhältnis einer Menge des um die Seitenflächen des ersten leitfähigen Elementes herum einzufüllenden ersten leitfähigen Materials zu einer Menge des zwischen das Schaltungselement und das erste leitfähige Element einzufüllenden zweiten leitfähigen Materials ausgeführt. So wird es möglich, den Einfüllvorgang des ersten sowie zweiten leitfähigen Materials gleichzeitig auszuführen, und so wird die Anzahl der Schritte, die zum Bauen der Einrichtung erforderlich sind, reduziert. Darüber hinaus wird es möglich, die Menge der leitfähigen Materialien zu steuern, und die Kühlleistung der Einrichtung kann verbessert werden.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher das erste leitfähige Element einen davon abstehenden Abschnitt mit einer Hakenform aufweist, und bei welcher die Leitmittel einen Hakenabschnitt aufweisen, welcher in den abstehenden Abschnitt des ersten leitfähigen Elementes in Eingriff zu bringen ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher das erste leitfähige Material zwischen dem abstehenden Abschnitt des ersten leitfähigen Elementes und dem Hakenabschnitt der Leitmittel vorhanden ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch erreicht durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welcher eine vorgegebene Anzahl elastischer Elemente zwischen dem ersten leitfähigen Element und den Kühlmitteln vorgesehen sind, um das erste leitfähige Element zum Schaltungselement hin zu drücken.

Gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung wird das erste leitfähige Element durch die Leitmittel gehalten, und wird durch die vorgegebene Anzahl elastischer Elemente zu dem Schaltungselement hin gedrückt. So ist das erste leitfähige Element drehbar in das Loch eingesetzt, welches in den Leitmitteln ausgebildet ist, und zu dieser Zeit werden das erste und das zweite leitfähige Material gleichmäßig um die Seitenflächen des ersten leitfähigen Elementes bzw. zwischen das Schaltungselement und die Bodenfläche des ersten leitfähigen Elementes herum verteilt. Auch wird der Kontaktflächenbereich des ersten leitfähigen Elementes und der Leitmittel vergrößert im Vergleich mit einem Fall, in welchem ein erstes leitfähiges Element mit einer Zylinderfläche verwendet wird, und deshalb kann der thermische Widerstand des Abschnittes des ersten leitfähigen Materials verringert werden, und der Kühlungsgrad der Einrichtung kann verbessert werden.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein zweites leitfähiges Element zwischen dem Schaltungselement und dem ersten leitfähigen Element vorgesehen ist, und bei welcher das erste leitfähige Material zwischen dem ersten leitfähigen Element und dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher das zweite leitfähige Element einen oberen Abschnitt hat, welcher dem ersten leitfähigen Element zugewandt ist und welcher eine konkave Form hat, und bei welcher das erste leitfähige Element einen unteren Abschnitt mit einer konvexen Form hat, welcher mit dem oberen Abschnitt mit einer konkaven Form in Eingriff gebracht werden kann.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein zweites leitfähiges Element zwischen dem Schaltungselement und dem ersten leitfähigen Element vorgesehen ist, und bei welcher das zweite leitfähige Material zwischen dem ersten leitfähigen Element und dem zweiten leitfähigen Element vorhanden ist.

Gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung ist das zweite leitfähige Element auf dem Schaltungselement vorgesehen, und das zweite leitfähige Material ist zwischen dem ersten leitfähigen Element und dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen. Das zweite leitfähige Element kann einen oberen Abschnitt mit einer konkaven Form haben, und das erste leitfähige Element kann einen unteren Abschnitt mit einer konvexen Form haben, die mit dem oberen Abschnitt des zweiten leitfähigen Elementes in Eingriff gebracht werden kann. So kann eine Verschiebung der zentralen Achse des ersten leitfähigen Elementes und der des zweiten leitfähigen Elementes vermieden werden, und das zweite leitfähige Material kann gleichmäßig zwischen dem ersten und dem zweiten leitfähigen Element verteilt werden. Deshalb kann die Kühlungsleistung der Einrichtung verbessert werden.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein Dichtelement auf dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen ist, um das zweite leitfähige Material abzudichten.

Da das Dichtelement zum Abdichten des zweiten leitfähigen Materials auf dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen ist, wird es gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung möglich, ein Austreten des zweiten leitfähigen Materials zu verhindern, das während eines Austauschvorganges des anderen, auf der gleichen gedruckten Schaltungsplatte montierten Schaltungselementes bei Verwendung beispielsweise eines flüssigen Lösungsmittels auftreten könnte, wenn das Dichtelement nicht verwendet wird. Auch ein Austreten des zweiten leitfähigen Elementes kann während eines Waschvorganges verhindert werden, welcher gewöhnlich nach dem Austauschvorgang durchgeführt wird.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher die Leitmittel einen Stufenabschnitt aufweisen, auf welchen das erste leitfähige Material aufgebracht werden kann, und welcher mit einem abstehenden Abschnitt des ersten leitfähigen Elementes in Eingriff ist.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch

durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein Dichtelement auf dem Stufenabschnitt vorgesehen ist.

Gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung ist der Stufenabschnitt, welcher mit dem abstehenden Abschnitt des ersten leitfähigen Elementes im Eingriff ist, mit den Leitmitteln ausgestattet, und das erste leitfähige Material, welches von dem Dichtelement umgeben sein kann, ist auf dem Stufenabschnitt vorgesehen. So kann ein Austreten des ersten leitfähigen Materials verhindert werden, und das Material kann gleichmäßig um das erste leitfähige Element herum eingefüllt werden.

Die oben beschriebenen Aufgaben werden auch durch die Kühleinrichtung für einen Montagemodul erreicht, bei welcher ein magnetisches Mittel, welches in der Lage ist, das erste leitfähige Element an dem zweiten leitfähigen Element durch eine magnetische Kraft zu befestigen, an dem ersten leitfähigen Element sowie an dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen ist.

Gemäß der oben beschriebenen Kühleinrichtung ist das magnetische Mittel an dem ersten leitfähigen Element und an dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen. So ist es möglich, einen Vorgang des Andrückens des ersten leitfähigen Elementes an das zweite leitfähige Element auszuführen, ohne irgendeinen Druck auf das Schaltungselement und die gedruckte Schaltungsplatte aufzubringen. So kann die Gefahr, daß das Schaltungselement oder die gedruckte Leitungsplatte während des Preßvorganges beschädigt werden, ausgeschlossen werden. Auch kann die Dicke des zweiten leitfähigen Materials gleichmäßig gehalten werden, und die Kühlleistung der Einrichtung kann verbessert werden.

Andere Aufgaben und weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden, ins einzelne gehenden Beschreibung klar, wenn diese in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gelesen wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1A ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer herkömmlichen Kühleinrichtung für einen Montagemodul;

Fig. 1B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer anderen herkömmlichen Kühleinrichtung für einen Montagemodul;

Fig. 2A ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht einer Kühleinrichtung gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2B ist eine Schemazeichnung, welche Hauptbauteile der Kühleinrichtung gemäß der ersten Ausgestaltung der in Fig. 2A gezeigten vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 3 ist eine Schemazeichnung, welche eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 2A und 2B gezeigten Kühleinrichtung zeigt;

Fig. 4A ist eine Schemazeichnung, welche einen Montagezustand der Kühlmodule auf der jeweiligen Hauptleiterplatte (mother board) zeigt;

Fig. 4B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer Einrichtung, bei welcher die Hauptleiterkarten, auf denen die Kühlmodule montiert sind, vorgesehen sind;

Fig. 5A ist eine Schemazeichnung, welche eine Ausgestaltung der Struktur des bei der ersten Ausgestaltung erläuterten Blockes zeigt;

Fig. 5B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern der Injektion von leitfähigem Material durch die in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen;

Fig. 6A ist eine Schemazeichnung zum Erläutern ei-

nes Verhältnisses zwischen der Einfüllmenge eines leitfähigen Materials und in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen;

Fig. 6B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern eines Verhältnisses zwischen der Einfüllmenge eines leitfähigen Materials und in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen;

Fig. 6C ist eine Schemazeichnung zum Erläutern eines Verhältnisses zwischen der Einfüllmenge eines leitfähigen Materials und in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen;

Fig. 7A ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer anderen Ausgestaltung der in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer anderen Ausgestaltung der in einem Block ausgebildeten Injektionspassagen gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8A ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen in einem anderen Beispiel der ersten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 8B ist eine Schemazeichnung, welche eine Explosionsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen in einem anderen Beispiel der ersten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 9 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen einer zweiten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 10A ist eine Schemazeichnung zum Erläutern des in Fig. 9 gezeigten Kühlkopfes;

Fig. 10B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern des in Fig. 9 gezeigten Kühlkopfes;

Fig. 11 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen zeigt, die in einem anderen Beispiel gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung verwendet werden;

Fig. 12A ist eine Schemazeichnung, welche eine Strukturansicht einer Kühleinrichtung gemäß der dritten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung in einem Querschnitt zeigt;

Fig. 12B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern der Kühleinrichtung gemäß der dritten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13A ist eine Schemazeichnung, welche eine Strukturansicht eines anderen Beispiels der dritten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung im Querschnitt zeigt;

Fig. 13B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern eines anderen Beispiels der dritten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen einer Kühleinrichtung gemäß einer vierten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 15A ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer fünften Ausgestaltung einer Kühleinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 15B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern der fünften Ausgestaltung einer Kühleinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

tung der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Zuerst wird eine Beschreibung einer ersten Ausgestaltung der Kühleinrichtung für einen Montage-
5 gemäß der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Fig. 2A und 2B dargelegt. Fig. 2A ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht einer Kühleinrichtung 31 gemäß der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Kühleinrichtung 31 umfaßt
10 eine gedruckte Schaltungsplatte 32, Schaltungselemente 33 (33₁ und 33₂), eine Hauptleiterplatte 34, einen Kühlkopf 35, Halteelemente 36, Löcher 37 (37₁ und 37₂), Blöcke 38 (38₁ und 38₂), erste leitfähige Materialien 39, zweite leitfähige Materialien 40 und einen Wärmeablei-
15 ter 41, welcher ein Kühlmittel gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt. Eine vorgegebene Anzahl der Schaltungselemente 33 (33₁ und 33₂), wie etwa nicht isolierte Chips, ist auf der gedruckten Schaltungsplatte 32 montiert, und eine vorgegebene Anzahl der gedruckten Schaltungsplatten 32 ist auf der Hauptleiterplatte 34
20 montiert.

Der Kühlkopf 35, welcher ein Leitmittel gemäß der vorliegenden Erfindung ist, ist oberhalb der Schaltungselemente 33 über das auf der Hauptleiterplatte 34 befestigte Halteelement 35 angeordnet. Dies dient dazu, die
25 Aufbringung einer unnötigen Last infolge der Konstruktionselemente, wie etwa des Kühlkopfes 35, auf die gedruckte Schaltung 32 zu vermeiden, welche aus einem Siliziummaterial hergestellt sein kann. Der Kühlkopf 35
30 kann beispielsweise aus Aluminium oder Kupfer ausgebildet sein, welche eine gute thermische Leitfähigkeit haben, und die Löcher 37 (37₁ und 37₂) sind entsprechend der Anzahl und der Position der Schaltungselemente 33 (33₁ und 33₂) ausgebildet.

Die Blöcke 38 (38₁ und 38₂), welche erste leitfähige Elemente gemäß der vorliegenden Erfindung darstellen, sind jeweils in die Löcher 37 (37₁ und 37₂) eingesetzt. Die Blöcke 38 können in einer zylindrischen Form ausgebildet sein, so daß sie direkt in die Löcher 37 einge-
40 setzt werden können. Die Blöcke 38 sind unter Verwendung eines Metalls mit einer guten thermischen Leitfähigkeit, wie etwa Aluminium oder Kupfer, ausgebildet. Das erste leitfähige Material 39, welches ein Füllelement mit einer guten thermischen Leitfähigkeit, wie etwa ein Siliziumverbund und Siliziumfett ist, wird zwischen die Seitenflächen von jedem der Blöcke 38 und die entsprechenden Löcher 37 eingefüllt. Jeder der Blöcke 38 wird vom Kühlkopf 35 gehalten.

Die untere Oberfläche von jedem der Blöcke 38 berührt das jeweilige Schaltungselement 33 eng über das
45 zweite leitfähige Material 40, welches aus Materialien wie etwa einem Siliziumverbund und Siliziumfett ausgebildet ist.

Der Wärmeableiter 41, welcher das oben erwähnte Kühlmittel darstellt, hat eine vorgegebene Anzahl von beispielsweise aus Aluminium hergestellten Rippen 41a, und ist auf dem Kühlkopf 35 so angeordnet, daß er mit diesem thermisch verbunden ist.

Fig. 2B ist eine Schemazeichnung, welche Hauptteile der Kühleinrichtung 31 gemäß der ersten Ausgestaltung der in Fig. 2A gezeigten vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 2B sind Elemente, welche die gleichen wie die in Fig. 2A sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird hier fortgelassen.
50

Unter der Voraussetzung, daß die Oberflächenebeneheit des Schaltungselementes 33₁ und die des Blockes 38₁ so ausgeführt ist, daß sie weniger als etwa 20 µm

Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen

Im folgenden werden ein Prinzip und eine Ausgestal-

beträgt, ist es in Fig. 2B möglich, vorzusehen, daß das Leitfähigkeitsmaterial 40 eine Dicke t_1 von weniger als etwa 20 μm hat, indem man einen Druck von etwa 200 bis 400 gf/cm^2 von dem Block 38₁ auf das Schaltungselement 33₁ über das zweite leitfähige Material 40 aufbringt. Der Abstand t_2 zwischen der Seitenfläche des Blockes 38₁ und der inneren Fläche des Loches 37 des Kühlkopfes 35 ist so festgelegt, daß er beispielsweise etwa 50 μm beträgt, und das erste leitfähige Material 39 wird dazwischen gebracht, um den Block 38₁ durch den Kühlkopf 35 zu halten.

Der thermische Widerstand R_1 des zweiten leitfähigen Materials 40 zwischen dem Schaltungselement 33₁ und dem Block 38₁ kann durch die folgende Formel (2) ausgedrückt werden:

$$R_1 = t_1 / (\lambda \cdot A_1) \quad (2)$$

wobei A_1 den Kontaktflächenbereich des Blockes und des Schaltungselementes angibt.

Der thermische Widerstand R_2 des ersten leitfähigen Materials 39 zwischen dem Block 38₁ und dem Kühlkopf 35 kann durch die folgende Formel (3) ausgedrückt werden:

$$R_2 = t_2 / (\lambda \cdot A_2) \quad (3)$$

wobei A_2 den Kontaktflächenbereich des Blockes und des Kühlkopfes angibt.

Demnach wird der gesamte thermische Widerstand R zwischen dem Schaltungselement 33₁ und dem Kühlkopf 35 infolge des ersten und des zweiten leitfähigen Materials 39 und 40 ausgedrückt als $R = R_1 + R_2$.

Um den Wert von R_1 zu reduzieren, kann nur t_1 in Betracht gezogen werden, da es schwierig ist, A_1 zu vergrößern, das durch die Form eines Schaltungselementes bestimmt wird. Auf der anderen Seite ist es im Hinblick auf R_2 möglich, den Wert von A_2 zu vergrößern. Demnach kann der gesamte thermische Widerstand R der Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung auf weniger als den der in Fig. 1A gezeigten Kühleinrichtung reduziert werden. Da der Block 38₁ durch das leitfähige Material 39 gehalten wird und das leitfähige Material 39 einen Dämpfungseffekt hat, kann auch der Widerstand der Kühleinrichtung gegen Schwingungen verbessert werden.

Fig. 3 ist eine Schemazeichnung, welche eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 2A und 2B gezeigten Kühleinrichtung zeigt. In Fig. 3 sind Elemente, welche die gleichen wie diejenigen in den Fig. 2A und 2B sind, durch die gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird fortgelassen.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, sind Befestigungslöcher 42 (42₁ bis 42₄, 42₁ ist nicht in der Figur gezeigt) zusammen mit den Löchern 37 (37₁ bis 37₄) in dem Kühlkopf 35 ausgebildet, welcher oberhalb der gedruckten Schaltungsplatte 32 angeordnet ist. Die Blöcke 38 (38₁ bis 38₄) sind in die jeweiligen Löcher 37 (37₁ bis 37₄) eingesetzt, wobei das erste leitfähige Material 39 dazwischen eingebracht worden ist. Das zweite leitfähige Material 40 ist auf das andere, den jeweiligen Schaltungselementen 33 (33₁ bis 33₄) zugewandte Ende von jedem der Blöcke 38 (38₁ bis 38₄) so aufgebracht, daß die Blöcke 38 und die Schaltungselemente 33 in festem Kontakt zueinander sind.

Der Wärmeableiter 41 ist auf dem Kühlkopf 35 unter Verwendung von Schrauben 43 (43₁ bis 43₄, 43₁ ist nicht

gezeigt), welche in die jeweiligen Befestigungslöcher 42 (42₁ bis 42₄) eingreifen, befestigt, wobei beispielsweise Siliziumfett (nicht gezeigt) dazwischen vorgesehen ist. Eine vorgegebene Anzahl derartiger Kühlmodule 44 ist auf der Hauptleiterplatte 34 montiert.

Fig. 4A ist eine Schemazeichnung, welche einen Montagezustand der Kühlmodule 44 auf der jeweiligen Hauptleiterplatte 34 zeigt, und Fig. 4B ist eine Schemazeichnung zum Erläutern einer Einrichtung, bei welcher die Hauptleiterplatten 34, auf denen die Kühlmodule 44 montiert sind, vorgesehen sind. Wie in Fig. 4A gezeigt ist, ist eine vorgegebene Anzahl der in Fig. 3 gezeigten Kühlmodule auf der jeweiligen Hauptleiterplatte 34 (in diesem Falle drei) vorgesehen.

Fig. 4B zeigt Hauptstrukturen, die innerhalb eines Servers 51 angeordnet sind. In dem Server 51 sind drei Hauptleiterplatten 34, auf deren jeder eine vorgegebene Anzahl der Kühlmodule 34 montiert ist, auf einem Einschubrahmen 52 in einem Gehäuse 51a angeordnet. Elemente wie etwa Schnittstellen und externe Speichereinrichtungen sind in einem Montagebereich 53 montiert, welcher in der Nähe des Einschubrahmens 52 angeordnet ist. Gebläse 54 (54₁ bis 54₃) sind oberhalb des Einschubrahmens 52 und des Montagebereichs 53, Gebläse 54 (54₄ bis 54₆) sind unterhalb des Einschubrahmens 52 und des Montagebereichs 53 angeordnet. Elemente wie etwa eine Leistungsquelle 55 können unterhalb der Gebläse 54 (54₄ bis 54₆) angeordnet sein.

In dem oben beschriebenen Server 51 werden Schaltungselemente 33 (nicht gezeigt) durch Kühlen des Wärmeableiters 41 (nicht gezeigt) in den Kühlmodulen 44 durch Erzeugen eines Luftstromes unter Verwendung der Gebläse 54 (54₁ bis 54₆) gekühlt, und zwar zusammen mit den Schnittstellen und den externen Speichereinrichtungen im Montagebereich 53.

Fig. 5A ist eine Schemazeichnung, welche eine Ausgestaltung der Struktur des Blockes 38 zeigt, der bei der ersten Ausgestaltung erläutert wurde. Der in Fig. 5A gezeigte Block 38a kann unter Verwendung von Aluminium in einer zylindrischen Form ausgebildet sein, und es sind eine Injektionspassage 62, welche von der oberen Fläche 61a durch die untere Fläche 61b hindurchtritt, sowie eine vorgegebene Anzahl (in diesem Falle zwei) Injektionspassagen 63₁ und 63₂, welche die Seitenfläche 61c durchdringen, ausgebildet. In diesem Falle sind die Injektionspassagen 62, 63₁ und 63₂ miteinander verbunden.

Der oben erläuterte Block 38 wird in das jeweilige Loch 37 eingesetzt, und das leitfähige Material 39 (40) wird von der an der oberen Fläche 61a des Blockes 38a angeordneten Öffnung der Injektionspassage 62 unter Verwendung eines Zylinders 64 eingeführt. Dies ist in Fig. 5B gezeigt. Das in den Block 38a eingeführte leitfähige Material 39 (40) tritt durch die Injektionspassagen 62, 63₁ und 63₂ hindurch und wird durch die jeweilige Öffnung der Injektionspassagen ausgestoßen. So kann das leitfähige Material 39 zwischen der Seitenfläche des Blockes 38a und der Innenfläche des Loches 37 vorgesehen werden. In gleicher Weise kann das leitfähige Material 40 zwischen der unteren Fläche des Blockes 38a und dem Schaltungselement 33 vorgesehen werden.

Die Fig. 6A bis 6C sind Schemazeichnungen zum Erläutern einer Beziehung zwischen dem Einfüllen des leitfähigen Materials und den Injektionspassagen in dem Block 38a gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. In dem in Fig. 6A gezeigten Block 38a ist ein Auslaß der Injektionspassage 62 durch Sa bezeichnet, und Auslässe der Injektionspassagen 63₁

und 63₂ sind durch Sb₁ bzw. Sb₂ bezeichnet. In Fig. 6B bezeichnet der schattierte Abschnitt einen Kontaktbereich Sc des Schaltungselementes 33 und der unteren Fläche 61b des Blockes 38. Der schattierte Abschnitt in Fig. 6C zeigt ein Volumen Vs zwischen dem Block 38a und der Innenfläche des Kühlkopfes 35 an (d. h., die Menge des leitfähigen Materials 39, welches dazwischen eingeführt wurde.

Die Menge Vb des leitfähigen Materials 40, welches zwischen den Block 38a und das Schaltungselement 33 eingefüllt wurde, die in Fig. 6B gezeigt sind, kann ausgedrückt werden durch die Gleichung:

$$V_b = S_c \times t$$

wobei t eine Dicke des leitfähigen Materials 40 angibt. Deshalb kann der gesamte Auslaßflächenbereich As in der Seitenfläche 61c des Blockes 38a, welcher durch die Injektionspassagen 63₁ und 63₂ erzeugt wird, berechnet werden nach:

$$A_s = 2S_{b1} + 2S_{b2}$$

Andererseits kann der Auslaßbereich der Injektionspassage 62 als Sa (Ab) ausgedrückt werden, und demnach wird der Auslaßflächenbereich der obengenannten Injektionspassagen 62, 63₁ und 63₂ so eingestellt, daß er die Gleichung erfüllt:

$$A_b : A_s = V_b : V_s$$

Das heißt, es ist gemäß der Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung möglich, den Zwischenraum zwischen der Seitenfläche des Blockes 38a und der Innenfläche des Kühlkopfes 35 sowie den zwischen der unteren Fläche des Blockes 38a und dem Schaltungselement 33 mit einer gewünschten Verteilungsmenge homogen zu füllen. Das Aufbringen des leitfähigen Materials auf die Seitenfläche und die untere Fläche des Blockes 38a kann so gleichzeitig ausgeführt werden, und die Füllmenge des leitfähigen Materials kann in Übereinstimmung mit dem von einer Injektionseinrichtung aufgetragenen Druck justiert werden. Deshalb kann der Füllvorgang des leitfähigen Materials vereinfacht und leicht automatisiert werden.

Die Fig. 7A und 7B sind Schemazeichnungen zum Erläutern einer anderen Ausgestaltung der Injektionspassagen in einem Block gemäß der vorliegenden Erfindung. In den Fig. 7A und 7B sind Elemente, welche die gleichen wie diejenigen in Fig. 6A sind, mit den gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird fortgelassen.

Der in Fig. 7A gezeigte Block 38b hat eine Injektionspassage 62, welche durch eine obere Fläche 61a und eine untere Fläche 61b hindurchtritt. Auch sind Injektionspassagen 63₁ bis 63₃, deren jede die Seitenfläche 61a durchdringt, horizontal mit der oberen und der unteren Fläche 61a bzw. 61c zusammen mit Injektionspassagen 63₄ bis 63₆ ausgebildet, deren jede auch die Seitenfläche 61a durchdringt, nicht jedoch horizontal mit der oberen und der unteren Fläche 61a bzw. 61c ausgebildet ist. Es sei bemerkt, daß Positionen von jedem der Auslässe der Injektionspassagen 63₄ bis 63₆ verschieden von denen der Injektionspassagen 63₁ bis 63₃ sind. Die Injektionspassagen 62 und 63₁ bis 63₆ sind miteinander verbunden.

In dem Block 38b wird ein leitfähiges Material 40 zwischen die untere Fläche 61b und das Schaltungselement durch die Injektionspassage 62 eingefüllt, und ein

leitfähiges Material 39 wird zwischen die Seitenfläche 61c und die Innenfläche des Kühlkopfes durch die Injektionspassagen 63₁ bis 63₆ eingefüllt. In diesem Fall wird der Auslaßflächenbereich von jeder der Injektionspassagen 62 sowie 63₁ bis 63₆ in Übereinstimmung mit der Menge des Einfüllens des jeweiligen leitfähigen Materials bestimmt, wie oben erwähnt wurde.

Durch Verwendung des in Fig. 7A gezeigten Blockes 38b kann der Zwischenraum zwischen der Seitenfläche 61c und der Innenfläche des Kühlkopfes in wirkungsvoller und homogener Weise gefüllt werden.

Fig. 7B zeigt einen Block 38c gemäß einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. Der Block 38c hat eine Injektionspassage 62, welche durch eine obere Fläche 61a und eine untere Fläche 61b hindurchdringt, sowie vier Injektionspassagen 63₁₁ bis 63₁₄, deren jede die obere Fläche 61a und eine Seitenfläche 61c durchdringt. Das heißt, jede der Injektionspassagen 63₁₁ bis 63₁₄ ist innerhalb des Blockes 38c abgelenkt. In dieser Ausgestaltung wird eine angemessene Menge eines leitfähigen Materials durch den jeweiligen Einlaß der Injektionspassagen 63₁₁ bis 63₁₄ injiziert, welcher in der oberen Fläche 61a des Blockes 38c ausgebildet ist.

Die Fig. 8A und 8B sind Schemazeichnungen, welche jeweils Haupt-Konstruktionsteile in einem anderen Beispiel der ersten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen. Fig. 8A zeigt eine Querschnittsansicht und Fig. 8B zeigt eine perspektivische Explosionsansicht.

In den Fig. 8A und 8B ist ein Wärmeverteiler 71, welcher ein aus einem Metall mit einer guten Leitfähigkeit, wie etwa Aluminium, hergestelltes zweites leitfähiges Element ist, auf einem Schaltungselement 33 vorgesehen, welches auf einer gedruckten Leiterplatte 32 montiert ist. Der Wärmeverteiler 71 ist thermisch mit dem Schaltungselement 33 unter Verwendung eines Materials, wie etwa einer leitfähigen Klebemischung verbunden. Der Wärmeverteiler 71 ist mit einem Kühlkopf 35 über einen O-Ring 72 verbunden, welcher ein Dichtelement darstellt.

Der O-Ring 72 ist aus einem elastischen Element gebildet, welches eine bestimmte Wärmebeständigkeit hat, wie etwa aus einem wärmebeständigen Gummi, und er ist so positioniert, daß er zu einem Loch 37 ausgerichtet ist, welches in dem Kühlkopf 35 ausgebildet ist. Wenn der Block 38 in das Loch 37 eingesetzt wird, berührt er den Wärmeverteiler 71 über ein leitfähiges Material 40. Das heißt, das leitfähige Material 40 ist innerhalb des O-Ringes 72 angeordnet. Zusätzlich wird der Block 38 durch ein leitfähiges Material 39 in dem Loch 37 gehalten, wie oben erläutert wurde.

Wenn jetzt einer der in Fig. 4A gezeigten Kühlmodule 44, welche auf der Hauptleiterplatte 34 unter Verwendung von Lötkugeln montiert sind, ausgetauscht wird, wird der Modul 44 zuerst auf der Hauptleiterplatte 34 erwärmt, um die Lötkugeln zu schmelzen. Wenn eine Flüssigkeit als Heizmedium bei dem obengenannten Vorgang eingesetzt wird, besteht eine Gefahr, daß die Flüssigkeit die anderen Module 44 berührt, welche nicht ausgetauscht werden sollen, und daß die leitfähigen Materialien 39 und 40 aufgelöst werden. Wenn auch eine Lösemittel-Waschung der Hauptleiterplatte 34, bei welcher die Hauptleiterplatte 34 in eine Waschflüssigkeit eingetaucht und geschüttelt wird, oft nach dem Austausch des Moduls 44 ausgeführt wird, besteht auch eine Möglichkeit, daß etwas von dem leitfähigen Material in der Waschflüssigkeit aufgelöst wird. Wenn das leitfähige Material aufgelöst wird, wird der thermische Wider-

stand an einer Kontaktfläche des Kühlkopfes erhöht, und der Kühlwirkungsgrad des Kühlmoduls wird verringert. Einer der Gründe, daß der O-Ring 72 in der in den Fig. 8A und 8B gezeigten Ausgestaltung verwendet wird, ist der, das Austreten des leitfähigen Materials 39 und 40 in den oben beschriebenen Fällen zu verhindern.

Fig. 9 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen einer zweiten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, und die Fig. 10A und 10B sind Schemazeichnungen zum Erläutern des in Fig. 9 gezeigten Kühlkopfes. In den Fig. 9 und 10A und 10B sind Elemente, welche die gleichen wie diejenigen in den vorangegangenen Figuren sind, durch die gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird fortgelassen.

Gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist ein Block 38d mit einem davon abstehenden Bereich 82, welcher von dem oberen Abschnitt der Seitenfläche absteht, versehen, welcher eine Hakenform hat, wie in den Fig. 9 und 10A gezeigt ist. In gleicher Weise ist ein Kühkopf 35 mit einem Hakenabschnitt 81 versehen, welcher von dem unteren Abschnitt der Innenfläche eines Loches 37a vorsteht, und welcher so ausgebildet ist, daß er mit dem abstehenden Bereich 82 des Blockes 38d in Eingriff kommt.

Wenn der Block 38d in das Loch 37a des Kühlkopfes 35 in einem ineinandergreifenden Zustand eingesetzt ist, wird ein leitfähiges Material 39 zwischen die Seitenflächen des Blockes 38d und den Kühkopf 35 eingebracht, und ein leitfähiges Material 40 wird zwischen dem Block 38d und einem Schaltungselement 33 vorgesehen. Das leitfähige Material 39 kann zwischen die Seitenflächen des Blockes 38d und den Kühkopf 35 durch Aufbringen des leitfähigen Materials 39 auf die Hakenabschnitte 81 des Kühlkopfes 35 eingefüllt werden, wie in Fig. 10B vor dem Einführen des Blockes 38d gezeigt ist, und durch Verteilen des leitfähigen Materials 39 unter Verwendung der Druckkraft, die nach dem Einsetzen des Blockes 38d erzeugt wird. In dieser Weise kann das leitfähige Material 39 leicht eingefüllt werden.

Fig. 11 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen zeigt, die in einem anderen Beispiel gemäß der zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Wie in Fig. 11 gezeigt ist, ist ein Stufenabschnitt 83 an der oberen Seitenfläche des Loches 37b des Kühlkopfes 35 ausgebildet, und ein Eingriffsabschnitt 84 sowie ein Dichtungseingriffsabschnitt 85 sind an einem Block 38e ausgebildet. Gemäß diesem Beispiel der zweiten Ausgestaltung wird ein O-Ring 86, welcher ein aus einem elastischen Material wie etwa Gummi ausgeführtes Dichtelement darstellt, um den Stufenabschnitt 83 herum angeordnet, wie in der Figur gezeigt ist, und das leitfähige Material 39 wird auf den Stufenabschnitt 83 innerhalb des O-Ringes 86 aufgebracht.

Wenn der Block 38e in das Loch 37b eingesetzt wird, wird der O-Ring 86 durch den Dichtungseingriffsabschnitt 85 gepreßt und funktioniert als ein Dichtelement für das leitfähige Material 39. Das leitfähige Material 39 wird durch den Eingriffsabschnitt 84 gepreßt und füllt den Zwischenraum zwischen der Seitenfläche des Kühlkopfes 35 und dem Block 38e aus. Der Füllvorgang kann sanft ausgeführt werden, da der O-Ring 86 ein Fließen des leitfähigen Materials 39 in der umgekehrten Richtung verhindert.

Die Fig. 12A und 12B sind jeweils Schemazeichnungen zum Darstellen von Strukturansichten einer Kühleinrichtung gemäß der dritten Ausgestaltung der vorlie-

genden Erfindung in einem Querschnitt. In den Fig. 12A und 12B sind Elemente, welche die gleichen wie diejenigen in den vorangehenden Figuren sind, durch die gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erklärung derselben wird fortgelassen.

In einer in Fig. 12A gezeigten Kühleinrichtung ist ein Schraubengewinde 92 an jedem der Blöcke 38f (38f₁ bis 38f₄) ausgebildet, welches ein erstes leitfähiges Element darstellt, und ein Schraubengewinde 91; ist innerhalb eines jeden der Löcher 37c (37c₁ bis 37c₄) ausgebildet, die in einem Kühkopf 35 ausgebildet sind. Die Blöcke 38f (38f₁ bis 38f₄) werden in die jeweiligen Löcher 37c (37c₁ bis 37c₄) hineingedreht, mit einem dazwischen vorgesehenen leitfähigen Material 39. Auch wird ein Wärmeableiter 41 an dem Kühkopf 35 befestigt, beispielsweise unter Verwendung einer Schraube 93, wie in Fig. 12A gezeigt ist, und ein leitfähiges Material, wie etwa Siliziumfett, kann zwischen dem Kühkopf 35 und dem Wärmeableiter 41 vorgesehen werden. Andere Merkmale dieser Kühleinrichtung sind im wesentlichen die gleichen wie diejenigen, die in Fig. 2A gezeigt sind.

Wenn die Blöcke 38f (38f₁ bis 38f₄) in die Löcher 37c (37c₁ bis 37c₄) eingeschraubt werden, kann das leitfähige Material 39 zuvor um die Löcher 37c herum aufgebracht werden, so daß es um die Blöcke 38f herum verteilt und eingefüllt wird, wenn jeder der Blöcke 38f gedreht und in das jeweilige Loch 37c eingeschraubt wird. Auch kann ein leitfähiges Material 40 zwischen den Block 38f und ein Schaltungselement 33 eingefüllt werden, indem man das leitfähige Material 40 zuvor auf das Schaltungselement 33 aufbringt und das leitfähige Material 40 durch Einsetzen des Blockes 38f in das Loch 37c preßt. Dies ist in Fig. 12B gezeigt.

Da der Block 38f (38f₁ bis 38f₄) ein Schraubengewinde 92 hat und in das Loch 37c eingeschraubt wird, kann gemäß der oben beschriebenen Ausgestaltung die Dicke des leitfähigen Materials 40 auf dem Schaltungselement 33 homogen eingestellt werden, und auf diese Weise kann der Widerstand gegen Schwingungen verbessert werden. Da der Kontaktbereich des Blockes 38f infolge des Vorhandenseins des Schraubengewindes 92 (und 91) vergrößert werden kann, kann auch die Kühlleistung der Einrichtung gesteigert werden.

Die Fig. 13A und 13B sind Schemazeichnungen, welche Strukturansichten eines anderen Beispiels der dritten Ausgestaltung gemäß der vorliegenden Erfindung im Querschnitt zeigen.

Wie in Fig. 13A gezeigt ist, kann gemäß diesem Beispiel ein Wärmeverteiler 94, welcher ein zweites leitfähiges Element mit einem konkaven Bereich 94a darstellt, auf einem Schaltungselement 33 befestigt werden, welches auf einer gedruckten Schaltungsplatte 32 montiert ist unter Verwendung von beispielsweise einer thermisch leitfähigen Klebarmischung. Andererseits ist an dem Ende eines Blockes 38g ein konvexer Bereich 95 gebildet, dessen Form so ausgebildet ist, daß er dem konkaven Bereich 94a des Wärmeverteilers 94 entspricht. Der konvexe Bereich 95 des Blockes 38g berührt den konkaven Bereich 94a des Wärmeverteilers 94 über ein leitfähiges Material 40. Andere Merkmale der Einrichtung sind im wesentlichen die gleichen wie diejenigen, die in Fig. 12A gezeigt sind.

Es gibt einen Fall, in welchem eine Verschiebung e der zentralen Achse eines Blockes verursacht wird, wenn das Ende des Blockes eine flache Form hat, und die Neigung des Blockes erzeugt eine ungleichmäßige Dicke des leitfähigen Materials 40, was zu einem verminderten Kühlwirkungsgrad der Einrichtung führen

kann. Gemäß dieser Ausgestaltung kann jedoch eine Verschiebung e der zentralen Achse des Blockes 38g infolge des Eingriffes des konkaven Bereiches 94a des Wärmeverteilers 94 und des konvexen Bereiches 95 des Blockes 38g nicht auftreten, wie in Fig. 13B gezeigt ist. So kann die Dicke des leitfähigen Materials 40 gleichmäßig gehalten werden, und man kann eine stabile Kühlleistung der Einrichtung erreichen.

Fig. 14 ist eine Schemazeichnung, welche eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen einer Kühleinrichtung gemäß einer vierten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 14 sind Elemente, welche die gleichen wie diejenigen in den vorangehenden Figuren sind, durch die gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird fortgelassen.

Die Kühleinrichtung gemäß dieser Ausgestaltung ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer vorgegebenen Anzahl elastischer Elemente 101, wie etwa einer Feder, die zwischen einem Wärmeableiter 41 und einem Block 38f in einem Loch 37c eines Kühlkopfes 35 angeordnet ist, um den Block 38f in Richtung zum Schaltungselement 33 hin zu pressen. Andere Merkmale der Einrichtung sind im wesentlichen die gleichen wie diejenigen, die in Fig. 12A gezeigt sind.

Die vorgegebene Anzahl elastischer Elemente 101 drückt den Block 38f so, daß der zwischen dem Schraubengewinde 91 des Loches 37c und dem Schraubengewinde 92 des Blockes 38f vorhandene Zwischenraum reduziert wird. Selbst wenn der Block 38 mit einem flachen Ende verwendet wird, kann deshalb die Dicke des leitfähigen Materials 40 gleichmäßig gehalten werden, und die Kühlleistung der Einrichtung kann verbessert werden.

Die Fig. 15A und 15B sind Schemazeichnungen zum Erläutern einer fünften Ausgestaltung einer Kühleinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Fig. 15A zeigt eine teilweise weggeschnittene konzeptionelle perspektivische Ansicht einer Kühleinrichtung, und Fig. 15B zeigt eine Querschnittsansicht von Haupt-Konstruktionsteilen der Einrichtung. In den Fig. 15A und 15B sind Elemente, die die gleichen wie diejenigen in den vorangehenden Figuren sind, durch die gleichen Bezugszahlen bezeichnet, und die Erläuterung derselben wird fortgelassen.

Gemäß der fünften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist ein Wärmeverteiler 111, welcher ein zweites leitfähiges Element darstellt, auf einem Schaltungselement 33 befestigt, das auf einer gedruckten Schaltungsplatte 32 unter Verwendung von beispielsweise einer thermisch leitfähigen Kleberrichtung montiert ist. Ein konkaver Bereich 111a ist auf der oberen Fläche des Wärmeverteilers 111 vorgesehen, wie in Fig. 15B gezeigt ist.

Andererseits ist an einem Ende eines Blockes 38h, welcher in ein Loch 37 eingesetzt ist, ein konvexer Bereich 112 ausgebildet. Der Block 38h wird durch ein leitfähiges Material 39 in dem Loch 37 gehalten, und der konvexe Bereich 112 berührt den konkaven Bereich 111a des Wärmeverteilers 111 über ein leitfähiges Material 40.

Auch ist eine Spule 113 um den oberen Bereich des Blockes 38h vorgesehen, und eine Spule 114 ist um die Seitenfläche des Wärmeverteilers 111 herum vorgesehen. Das heißt, durch den Block 38h mit der Spule 113 und durch den Wärmeverteiler 111 mit der Spule 114 ist ein Elektromagnet gebildet.

Deshalb wird gemäß der fünften Ausgestaltung der

vorliegenden Erfindung der Block 38h elektromagnetisch an den Wärmeverteiler 111 über das leitfähige Material 40 angezogen, wenn ein Strom an die Spulen 113 und 114 angelegt wird. Auf diese Weise ist es möglich, einen Preßvorgang des Blockes 38h gegen den Wärmeverteiler 111 auszuführen, ohne irgendeinen Druck auf das Schaltungselement 33 und die gedruckte Schaltungsplatte 32 auszuüben. Auf diese Weise kann die Gefahr, daß das Schaltungselement 33 oder die gedruckte Schaltungsplatte 32 während des Preßvorganges beschädigt wird, ausgeschlossen werden. Auch kann die Dicke des leitfähigen Materials 40 gleichmäßig gehalten werden, und die Kühlleistung der Einrichtung kann verbessert werden.

Es ist offensichtlich, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausgestaltungen beschränkt ist, und daß Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne daß man aus dem Umfang der vorliegenden Erfindung heraustritt.

Patentansprüche

1. Kühleinrichtung für einen Montagemodul, bei welcher Wärme, die von einer vorgegebenen Anzahl von auf diesem Montagemodul montierten Schaltungselementen (33) erzeugt wird, durch ein Kühlmittel (41) abgeführt wird, umfassend: wenigstens ein Leitmittel (35), welches diese Schaltungselemente (33) mit dem Kühlmittel (41) thermisch verbindet, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitmittel (35) eine vorgegebene Anzahl erster leitfähiger Elemente (38) umfassen, die in einem jeweiligen Loch (37) angeordnet sind, welches in dem Leitmittel (35) ausgebildet ist, wobei die ersten leitfähigen Elemente (38) durch ein erstes leitfähiges Material (39), das zwischen Seitenflächen des ersten leitfähigen Elementes (38) und einer Fläche des jeweiligen, in dem Leitmittel (35) ausgebildeten Loch (37) eingefüllt ist, beweglich gehalten werden.
2. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites leitfähiges Material (40) zwischen dem ersten leitfähigen Element (38) und dem Schaltungselement (33) vorgesehen ist.
3. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste leitfähige Material (39) eine im wesentlichen gleichmäßige Dicke um das erste leitfähige Element (38) herum hat.
4. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorgegebene Anzahl von Injektionspassagen (62, 63) zum Einfüllen von entweder dem ersten leitfähigen Materialien (39) oder dem zweiten leitfähigen Material (40), wobei das erste leitfähige Material (39) und das zweite leitfähige Material (40) bei dem ersten leitfähigen Element (38) vorgesehen sind.
5. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei dieser vorgegebenen Anzahl von Injektionspassagen (62, 63) miteinander verbunden sind.
6. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß diese wenigstens zwei aus der vorgegebenen Anzahl von Injektionspassagen (62, 63) eine Injektionspassage zum Einfüllen des ersten leitfähigen

Materials (39) und eine Injektionspassage zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials (40) umfassen.

7. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis eines gesamten Auslaßflächenbereiches der Injektionspassagen (62, 63) zum Einfüllen des ersten leitfähigen Materials (39) und ein gesamter Auslaßflächenbereich der Injektionspassagen (62, 63) zum Einfüllen des zweiten leitfähigen Materials (40) im wesentlichen das gleiche wie ein Verhältnis einer Menge des ersten, um eine Seitenfläche des ersten leitfähigen Elementes (38) herum einzufüllenden leitfähigen Materials (39) und einer Menge des zweiten, zwischen das Schaltungselement (33) und das erste leitfähige Element (38) einzufüllenden leitfähigen Materials (40) ist.
8. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste leitfähige Element (38) einen davon abstehenden Bereich (82) mit einer Hakenform umfaßt, und daß das Leitmittel (35) einen Hakenabschnitt (81) umfaßt, welcher mit dem abstehenden Bereich des ersten leitfähigen Elementes in Eingriff bringbar ist.
9. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das erste leitfähige Material (39) zwischen dem abstehenden Bereich (82) des ersten leitfähigen Elementes (38) und dem Hakenabschnitt (81) des Leitmittels (35) vorhanden ist.
10. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorgegebene Anzahl elastischer Elemente (101) zwischen dem ersten leitfähigen Element (38) und dem Kühlmittel (41) vorgesehen ist, um das erste leitfähige Element (38) zu dem Schaltungselement (33) hin zu drücken.
11. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites leitfähiges Element (94, 111) zwischen dem Schaltungselement (33) und dem ersten leitfähigen Element (38) vorgesehen ist, und daß das zweite leitfähige Material (40) zwischen dem ersten leitfähigen Element (38) und dem zweiten leitfähigen Element (94, 111) vorhanden ist.
12. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite leitfähige Element (94, 111) einen oberen Abschnitt mit einer konkaven Form hat, welcher dem ersten leitfähigen Element (38) zugewandt ist, und daß das erste leitfähige Element (38) einen unteren Abschnitt mit einer konvexen Form hat, welcher mit der konkaven Form des oberen Abschnittes des zweiten leitfähigen Elementes (94, 111) in Eingriff bringbar ist.
13. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites leitfähiges Element (94, 111) zwischen dem Schaltungselement (33) und dem ersten leitfähigen Element (38) vorgesehen ist, und daß das zweite leitfähige Material (40) zwischen dem ersten leitfähigen Element (38) und dem zweiten leitfähigen Element (94, 111) vorgesehen ist.
14. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Dichtelement (86) auf dem zwei-

ten leitfähigen Element (94, 111) vorgesehen ist, um das zweite leitfähige Material (40) abzudichten.

15. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitmittel (35) einen Stufenabschnitt (83) umfaßt, welcher mit einem abstehenden Bereich (82) des ersten leitfähigen Elementes (38) in Eingriff bringbar ist, wobei das erste leitfähige Material (39) auf den Stufenabschnitt (83) aufbringbar ist.

16. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Dichtelement (86) auf dem Stufenabschnitt (83) vorgesehen ist.

17. Kühleinrichtung für einen Montagemodul nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Magneteinrichtung an dem ersten leitfähigen Element und dem zweiten leitfähigen Element vorgesehen ist, welche in der Lage ist, das erste leitfähige Element (38) an das zweite leitfähige Element (94, 111) heranzuziehen.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1A

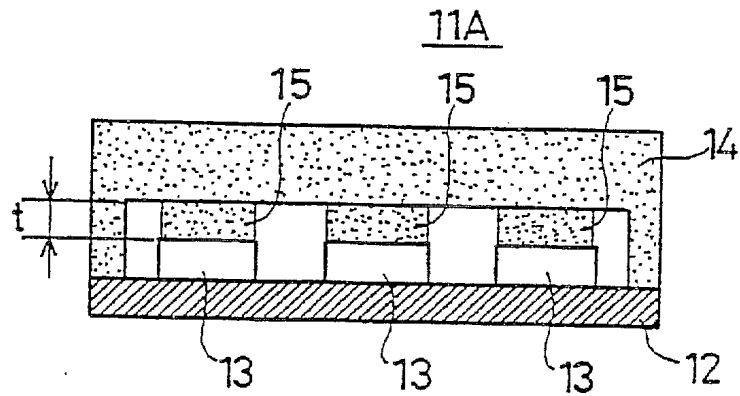


FIG. 1B

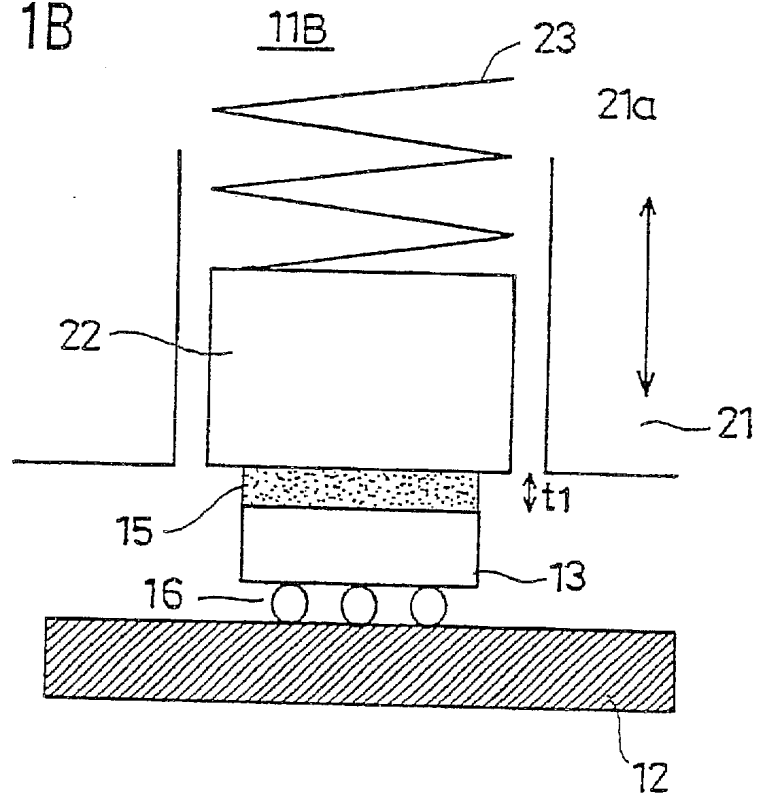


FIG. 2A

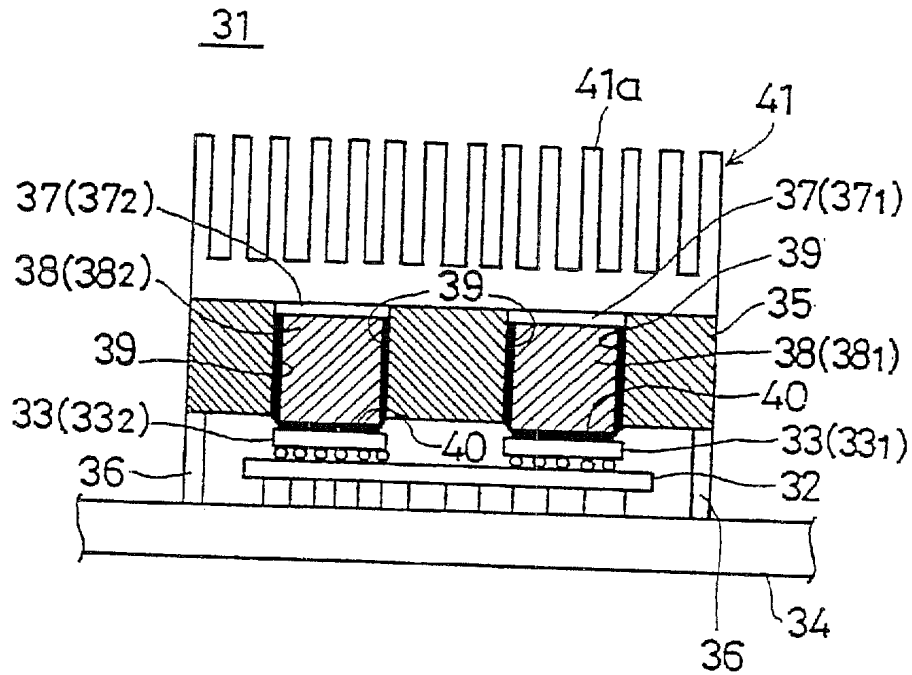


FIG. 2B

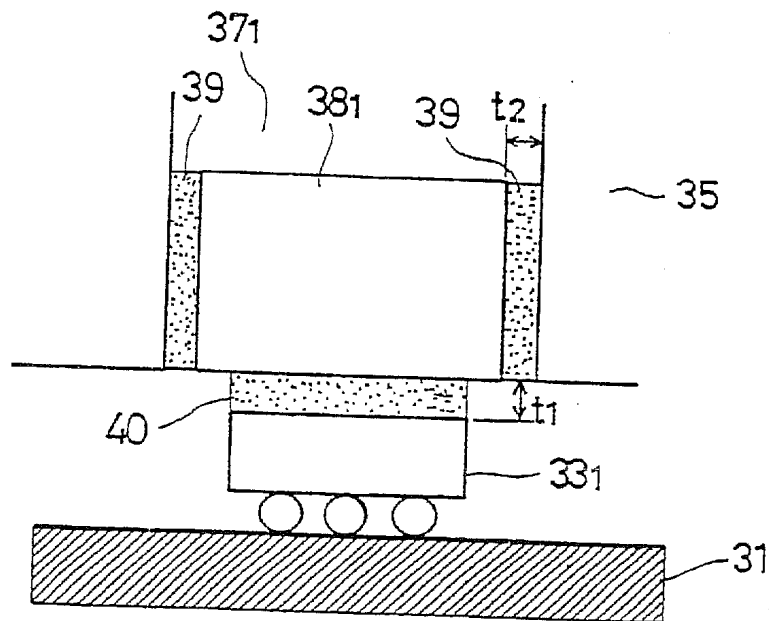


FIG. 3

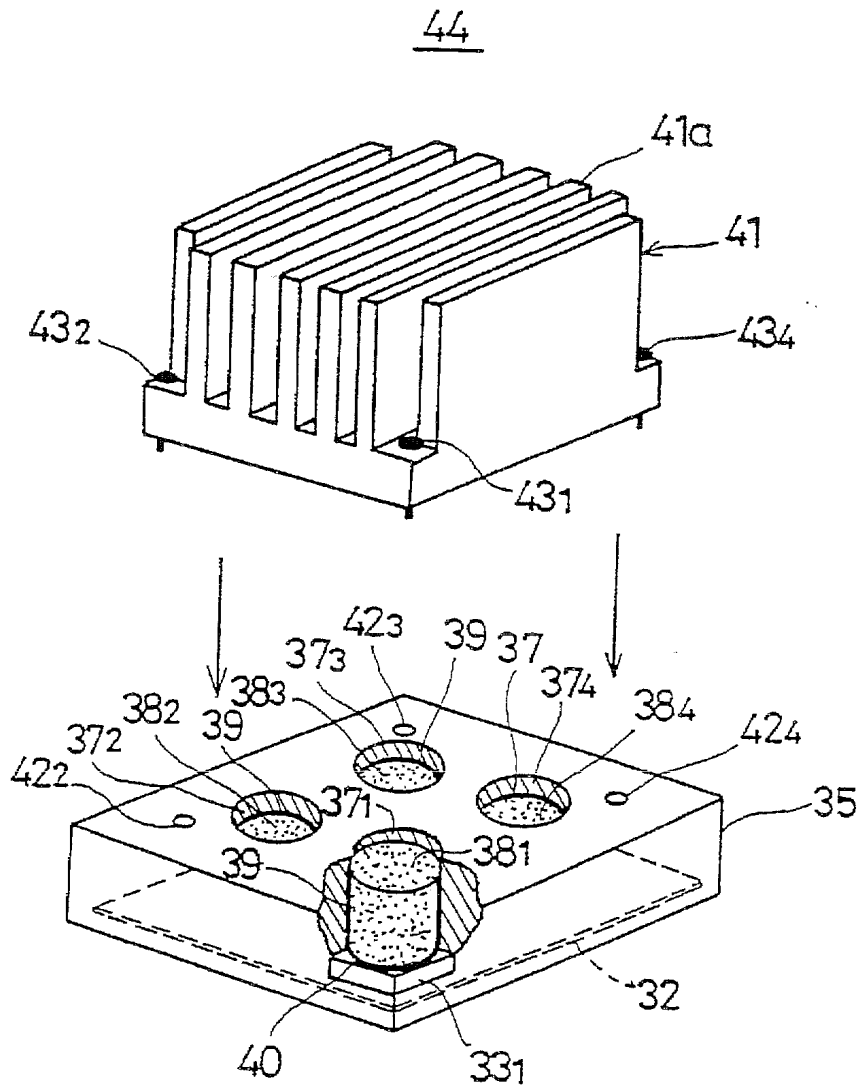


FIG. 4A

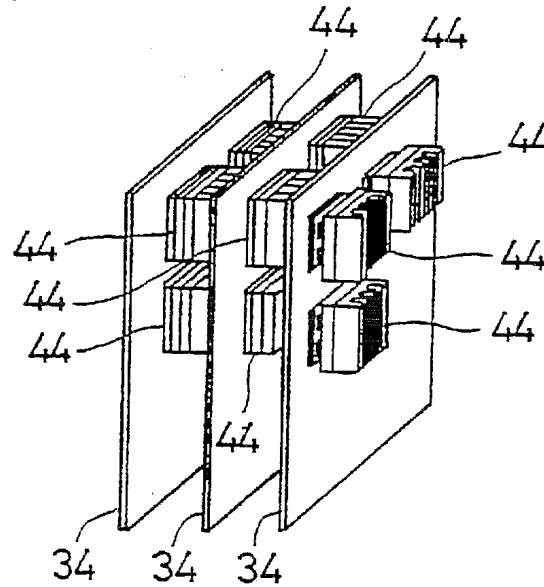


FIG. 4B

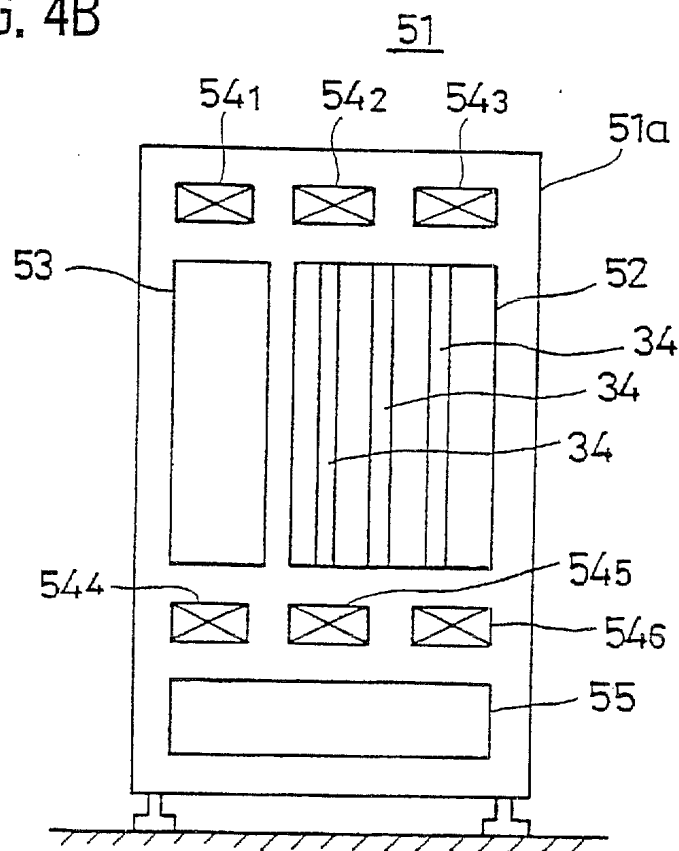


FIG. 5A

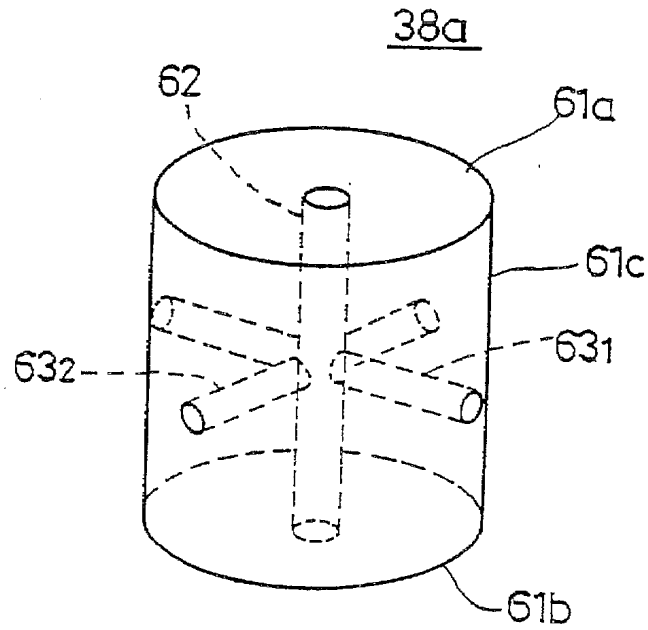


FIG. 5B

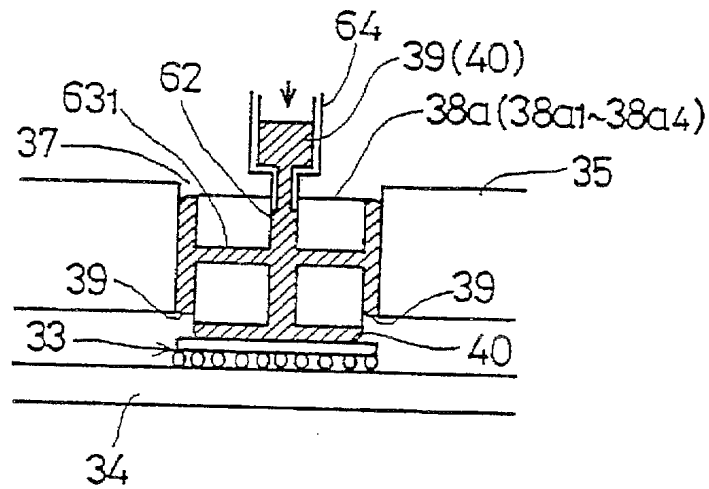


FIG. 6A

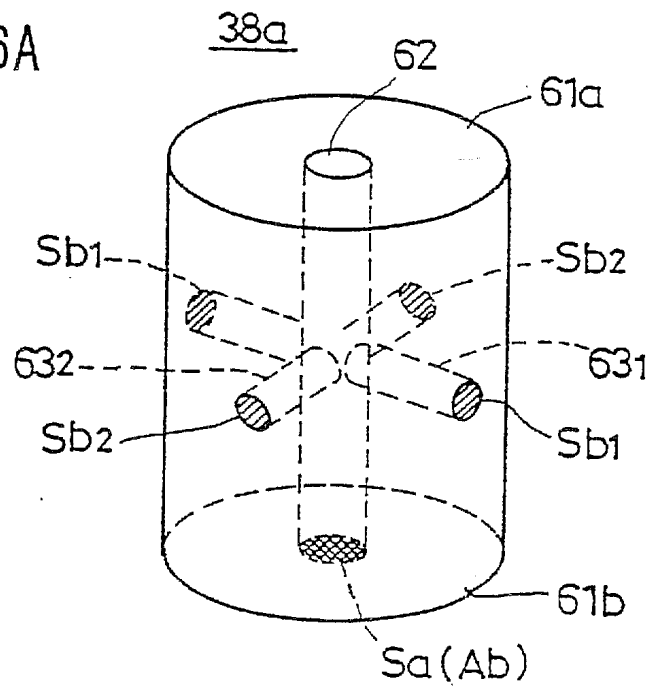


FIG. 6B

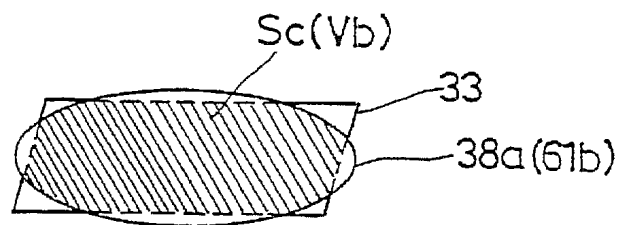


FIG. 6C

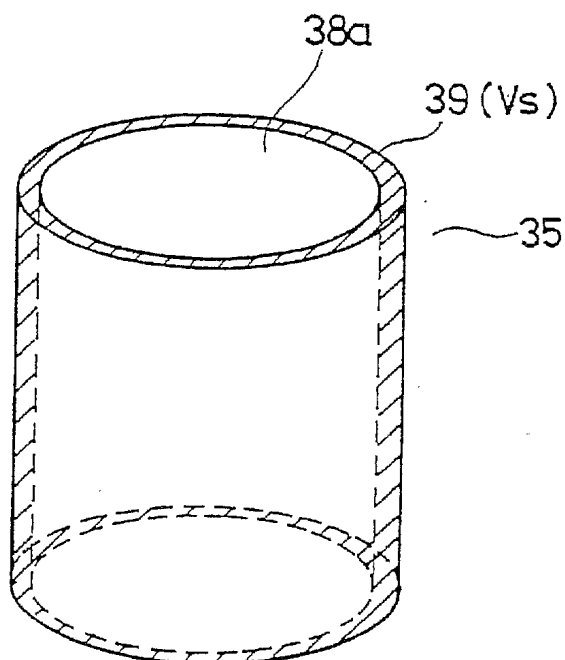


FIG. 7A

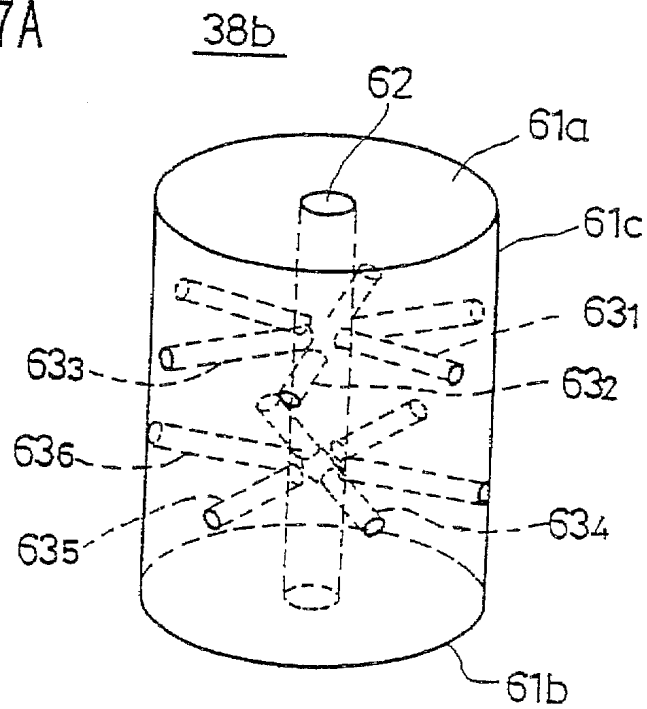


FIG. 7B

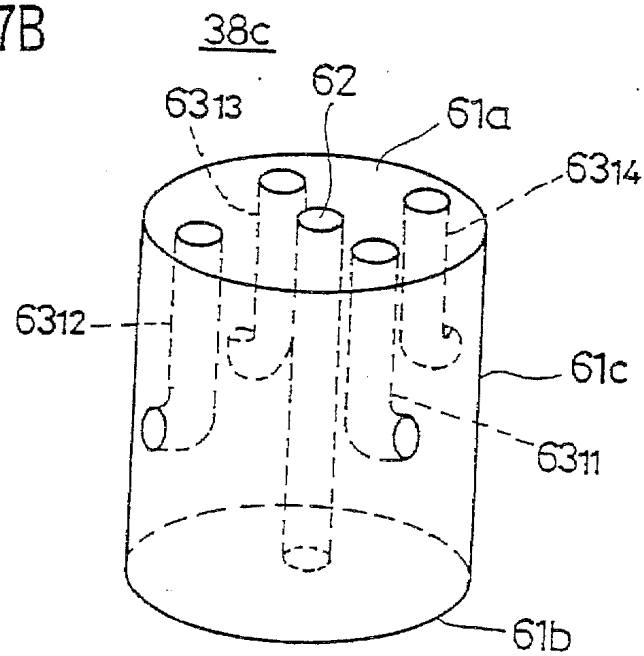


FIG. 8A

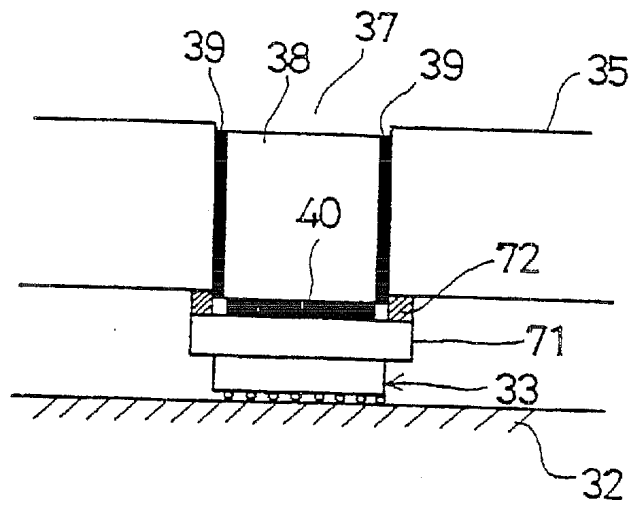


FIG. 8B

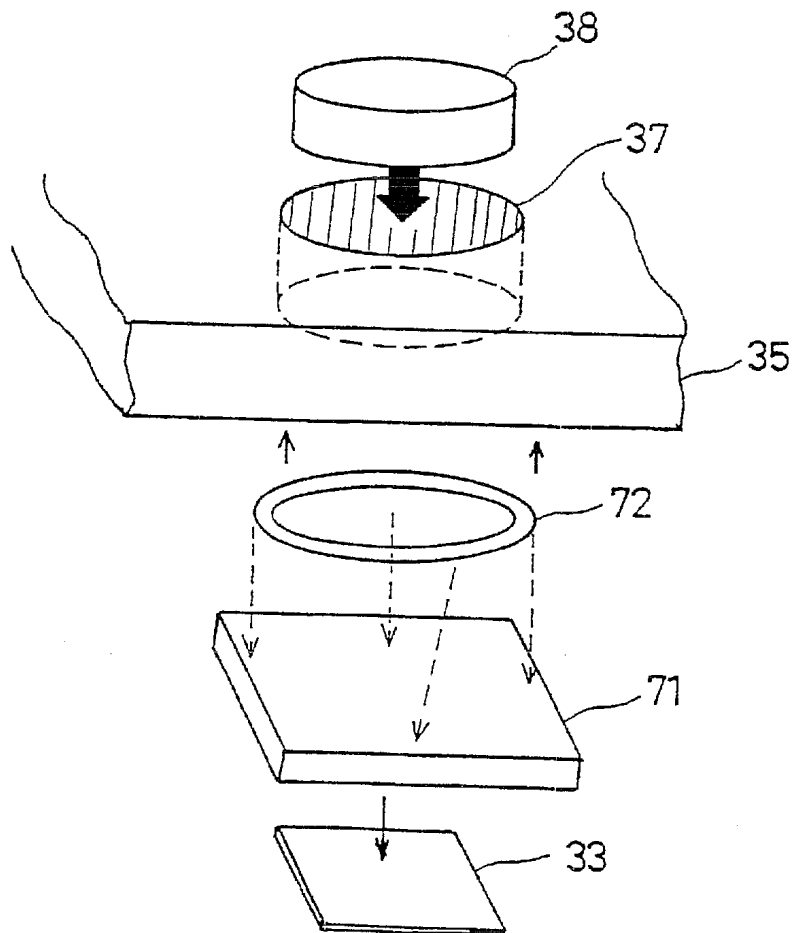


FIG. 9

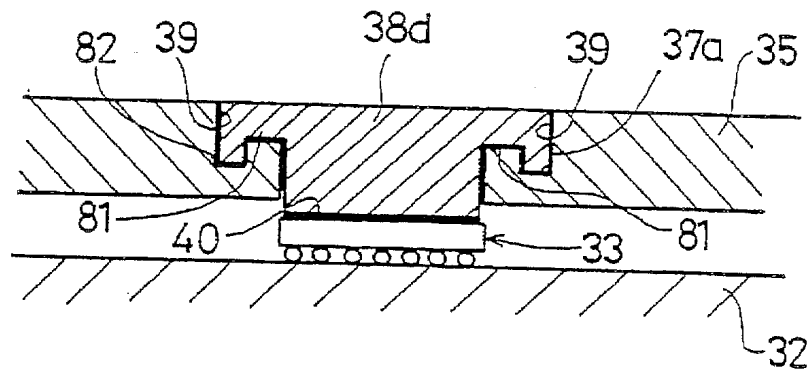


FIG. 10A

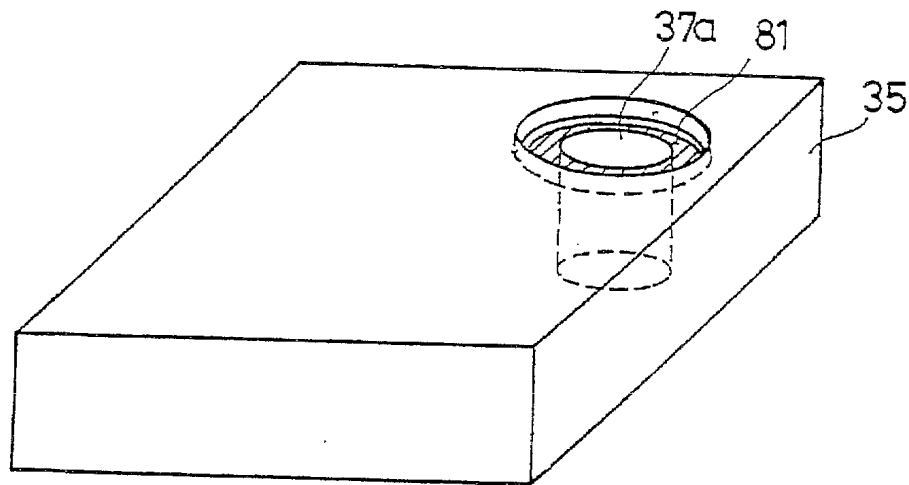


FIG. 10B

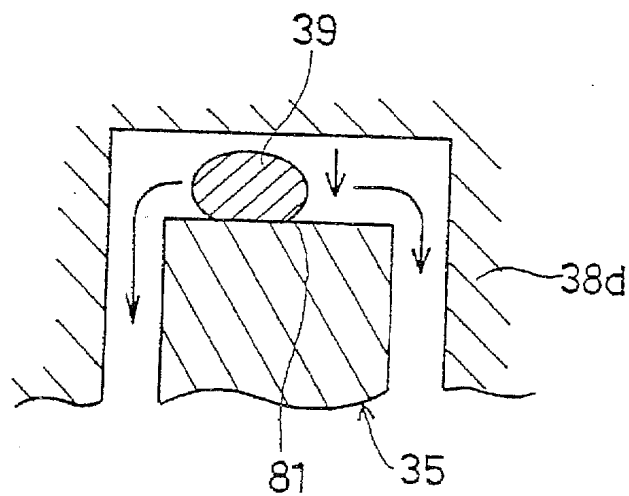


FIG. 11

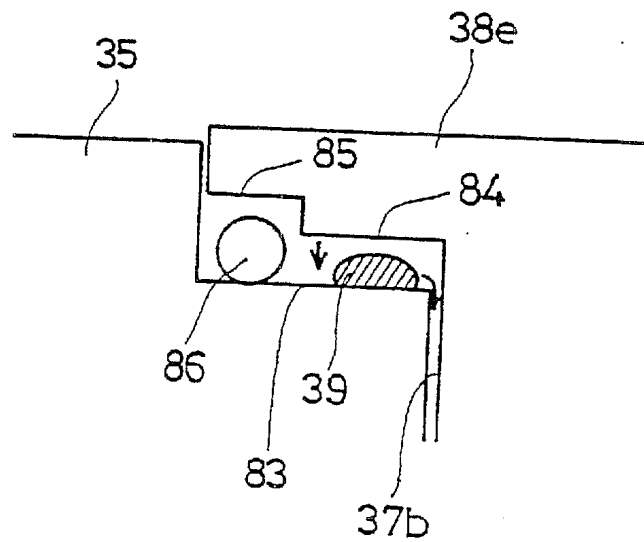


FIG. 12A

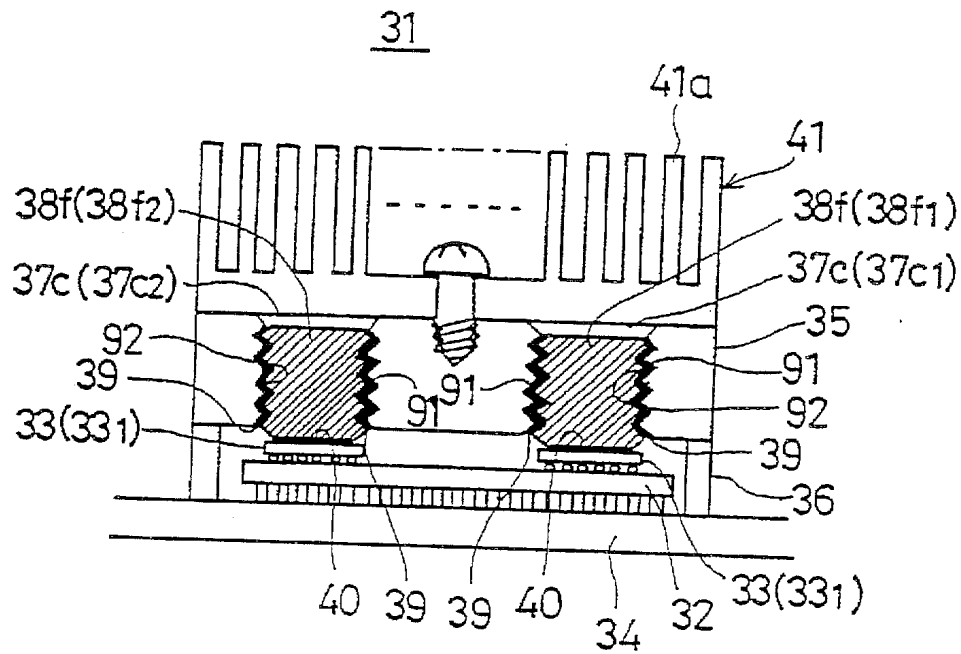


FIG. 12B

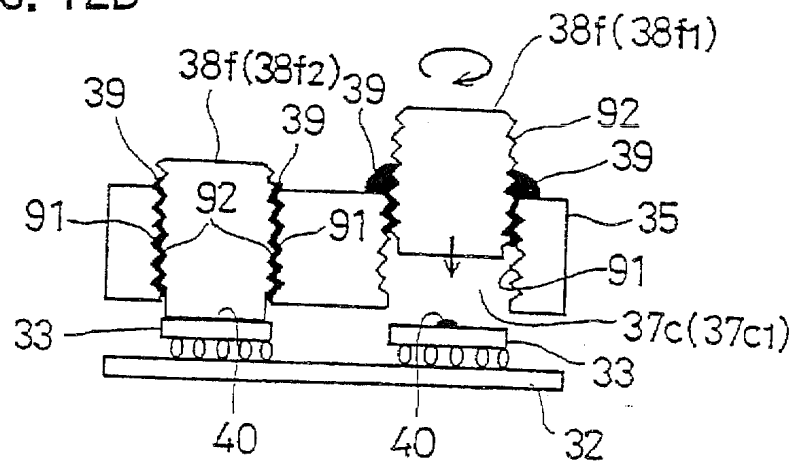


FIG. 13A

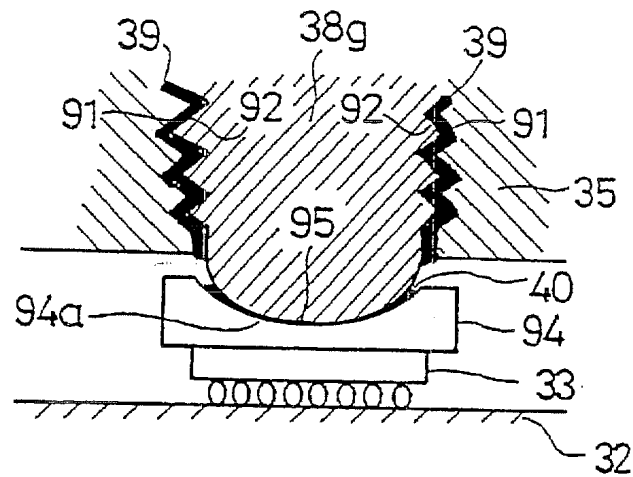


FIG. 13B

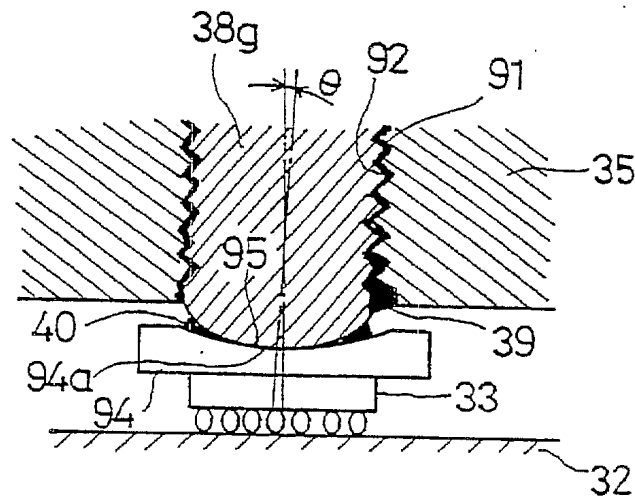


FIG. 14

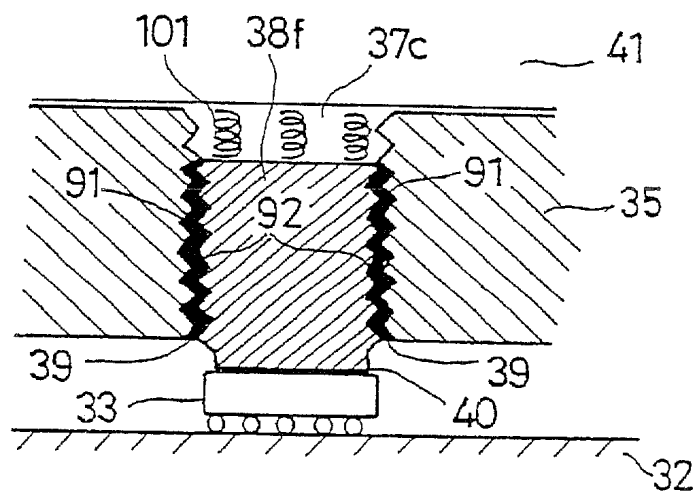


FIG. 15A

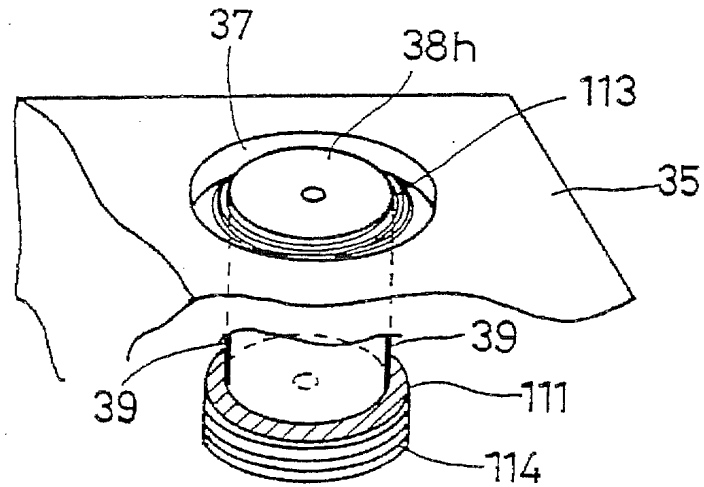


FIG. 15B

